Las teorías del caos

NO TODO LO QUE RELUCE ES ORDEN





Existe el caos? ¿O es sólo la cara impredecible por ahora de esa convención que se entiende por orden? La ciencia está revisando esta dicotomía para saber si en el azar de temporales como el que arrasó esta semana a San Carlos Minas, en las subas y bajas de la Bolsa, o en los infartos es posible hallar más regularidades que las que hasta ahora el sentido común científico prescribía. "Ni juntando toda la información del mundo lograremos un pronóstico exacto", advierten los nuevos gurúes de las teorías del caos. Sin embargo, aclaran, hay ciertas pautas que responden a modelos matemáticos. Desde esta perspectiva, los estudios pueden ayudar a mejorar los pronósticos. El caos entraña además una revolución de paradigmas. En la tesis platónica, los desórdenes observados eran sólo aparentes y, al estudiarlos, la ciencia los hacía desaparecer. Hoy, la actitud es otra. El orden perfecto no existe y la capacidad de predecir es limitada. Pero el consuelo es grande: la ciencia se está forjando una imagen válida (o casi válida) de un caos primario, omnipresente pero asombrosamente creativo.

EL LADO OSCURO DE MAR DEL PLATA

FUTURO

El discreto encanto del desorden

EL AZAR ACORRALA

La vida es posible sólo a causa de esa permanente e intolerable incertidumbre: no conocer lo que vendrá.

Ursula K. Le Guin

Por Laura Rozenberg

Lejos de preocuparse por un supuesto fin de la historia, la ciencia sacude de tanto en tanto el tablero. Ahora les toca el turno a los fenómenos erráticos: un desván olvidado, el caos, fascina a sus descubridores.

Es el desván de los fenómenos imprevisibles: el clima, la llegada del cólera, el resultado de las elecciones, el alza en la Bolsa, el día del infarto y decenas de casos por el estilo. Tienen un denominador común: sería imposible pronosticarlos *con exactitud*, con toda la anticipación que uno quisiera. Es más fácil calcular el momento exacto de un eclipse de sol dentro de mil años que saber con absoluta certeza si el primero de enero próximo amanecerá nublado.

Durante siglos la ciencia clásica sentó jurisprudencia en leyes naturales y evitó entramparse en asuntos turbios. Los cursos erráticos eran predecibles *sólo* hasta cierto punto. Los fenómenos irregulares, variables o discontinuos, resultaban un rompecabezas a los ojos de la ciencia. O, peor aún, una monstruosidad.

En la década del 70, sin embargo, un puñado de científicos norteamericanos y europeos empezaron a fraguarse camino en el desorden. Eran matemáticos, físicos y biólogos en busca de claves comunes para entender las distintas irregularidades. Los fisiólogos hallaron un pasmoso *orden* oculto en las arritmias cardíacas. Los ecólogos exploraron el misterioso crecimiento y decrecimiento de ciertas poblaciones animales y encontraron, si no ritmos, algunas "tendencias" bien escondidas. Los economistas exhumaron datos pretéritos de las cotizaciones de la Bolsa y emprendieron un género nuevo de análisis.

Las nuevas teorías inducen a pensar que la naturaleza, en su tendencia al caos, realmente favorece determinadas configuraciones. La trayectoria de una liebre es caótica, pero se mantiene dentro de ciertas pautas, que pueden describirse en términos matemáticos.

En poco tiempo, el caos se convirtió en el nombre de un movimiento que promete ser mucho más que una moda fugaz: la ciencia misma se está remodelando a partir de allí.

"La teoría del caos engendra un nuevo paradigma, al demostrar que nuestra capacidad de hacer predicciones es muy limitada", señaló a **Futuro** Enrique Tirapegui, matemático especializado en caos y sistemas no lineales de la Universidad de Chile.

COMO FINANCIAR EL CAOS

El caos es una suerte de bruma que oculta figuras armónicas, generadoras de azar. "Todos esos fenómenos que se habían acumulado en el desván durante siglos ahora se pueden explicar en términos de leyes simples", asegura James Crutchfield, uno de los gurúes del caos. Hace tan sólo una década Crutchfield ni siquiera contaba con un director de apoyo. Se metió en el tema casi por casualidad y formó un equipo pionero con compañeros recién graduados. Hoy, en Estados Unidos, los directores de programas gubernamentales encargados de administrar los fondos de investigación para los militares, la CIA y el Ministerio de Energía invierten sumas cada vez mayores en el estudio del caos. "Hasta se han organizado burocracias especiales para pilotear su financiamiento. Y en todas las universidades importantes, los teóricos se sienten más atraídos por el caos que por las especialidades que motivaron su contrato", subraya James Gleick, autor de *Caos*, un libro que si bien popularizó esta ciencia, no ahonda en su discusión epistemológica (ver recuadro).

Desde que el tema se empezó a ventilar, no hay resquicio donde no aparezca el caos. Una columna de humo se deshace en insospechadas volutas. Una bandera flamea al viento. Una canilla averiada chorrea sin ton ni son. El caos asoma en el comportamiento del tiempo atmosférico, en los aviones durante el vuelo y en el tránsito en las horas pico. Sea cual fuere el medio, el comportamiento obedece a las mismas pautas, recién descubiertas. El hecho de haberse dado cuenta de esto comienza a modificar el modo en que los ejecutivos toman decisiones sobre lo seguro, la forma en que los astrónomos consideran el universo y la manera en que los cientistas políticos hablan de las tensiones que se derivan en enfrentamientos armados.

Si, como se suele decir, la sociedad construye el conocimiento que la refleja, no parece casual que en esta época haya surgido el estudio del caos.

No debe extrañar entonces tanto entusiasmo. El caos es algo más que una moda, y muchos opinan que será recordado, junto con la relatividad y la mecánica cuántica, como una de las grandes contribuciones del saber de este siglo.

CLIMA: LA CULPA DE LA MARIPOSA

El pronóstico del tiempo implica comprender la atmósfera terrestre, un sistema increíblemente complicado de gases y humedad. La tarea consiste básicamente en resolver problemas de dinámica de fluidos con docenas o cientos de ecuaciones. Para peor, la teoría del caos indica que no importa cuán bien uno resuelva estos quebraderos de cabeza. El tiempo tiene un defecto "congénito": hay *algo* inherente a él que hace imposible pronosticarlo a largo plazo.

Como contrapartida, la teoría del caos —el estudio de comportamientos complicados y aparentemente azarosos que aparecen en ciertos sistemas físicos, incluyendo el tiempo— ofrece un premio consuelo. El caos brinda nuevas perspectivas para analizar el tiempo, algunas de las cuales podrán servir para mejorar los pronósticos.

A primera vista, parece razonable que se pueda predecir el tiempo. Sólo hay que identificar las variables importantes —temperatura, humedad, presión, velocidad del viento, entre otras— y establecer la relación entre ellas. Los pronósticos se obtienen por computadora, en base a ecuaciones y datos de campo. Parecería que el mecanismo es similar al empleado para mandar un cohete a la Luna. Si se cuenta con suficientes datos, ecuaciones y computadoras eficientes, se podrían esperar pronósticos con toda la anticipación que uno quisiera.

En 1963, Edward Lorenz dio por tierra con esta esperanza. Lorenz, un meteorólogo del Massachusetts Institute of Technology (MIT), descubrió que incluso los sistemas más simples engendran comportamientos caóticos e impredecibles. En otras palabras, bastaba olvidarse de un dato para que el pronóstico se fuera al demonio. Lorenz dio una explicación sencilla y poética: es suficiente que una mariposa bata sus alas en Pekín para provocar un tornado en Nueva York.

La perturbación de la mariposa se amplificaba con la distancia y ésta es la causa principal por la que no se pueden hacer pronósticos absolutamente exactos. Aun con supercomputadoras, es imposible tener en cuenta la infinita variedad de detalles insignificantes, predecir su evolución y cómo se combinarán en el futuro, en un sitio determinado.

Fuera de la comunidad meteorológica, el hallazgo de Lorenz se conoció recién a comienzos de los años '70. Desde entonces, el "efecto mariposa" se ha detectado en muchas otras áreas, desde la biología y la química hasta la astronomía, la medicina y la economía. Los resultados llevaban siempre a un mismo tipo de comportamiento, impredecible y aparentemente azaroso. Este com-

Enrique Tirapegui, matemático

TODO ES POSIBLE, O NO

Por L. R.

Enrique Tirapegui es todo lo previsible que puede ser un físico que estudia el caos. En París se doctoró dos veces, en física y en matemática, pero desconfía de la gente "que tiene ideas muy claras, en especial sobre la vida". Trabaja en el departamento de física de la Universidad de Chile, le gusta sacarse los zapatos mientras dicta clases y acaba de ganar el Premio Nacional de Ciencias, en su país. Cuando le preguntan qué hace, cuenta lo previsible: "Bueeeno, mezclo cuestiones...". Pero también sabe ponerse serio, especialmente cuando la economía rige en las palabras del fax como en esta entrevista.

—Nuestro equipo de Santiago de Chile trabaja en lo que hoy se llama física no lineal o física de inestabilidades y estructuras. Tratamos de explicar las formas y los ritmos que uno observa en la naturaleza. El mundo está lleno de formas y sentidos que se repiten. Si miramos las hojas de un árbol, vemos que son distintas unas de otras, pero cualitativamente son muy similares. Tratamos de entender cómo los sistemas se autoorganizan con leyes propias. Las estructuras de la naturaleza no son gratuitas. Por algo las flores son similares entre sí y las olas siguen determinados ciclos. Hay un orden, pero nadie podría decir exactamente cómo será la flor del pimpollo, ni qué altura tendrá la próxima ola. Cualquier perturbación inicial en el sistema, por más mínima que sea, puede alterar la evolución y hacer que un pétalo sea más grande que el esperado, o que la ola tenga un copete distinto. Se puede decir que la teoría del caos engendra un nuevo paradigma, al demostrar que nuestra capacidad de hacer predicciones es muy limitada. Fíjese que esto ocurre aun en sistemas muy simples, con leyes de evolución conocidas y completamente deterministas. Pensemos en una hamaca. Se lo pueden aplicar las leyes del péndulo, se pueden hacer modelos matemáticos, pero ninguno dirá qué tan rápido se desplazará en promedio, ni cuántas veces por hora se elevará por lo menos un metro del suelo. Una computadora puede hacerse cargo del problema simulándolo, calculando rápidamente cada ciclo. No obstante, la diminuta imprecisión inherente a cada cálculo aumenta, porque éste es un sistema "con dependencia sensitiva a las condiciones iniciales". Esto quiere decir que cualquier mínima perturbación —la fricción, la fuerza que hace el niño con los pies a cada instante— puede modificar el curso del sistema.

—*¿Hay orden en el caos?*

—La previsión del comportamiento resulta imposible a pesar de que el modelo matemático es completamente determinista. Sin embargo, podemos utilizar métodos estadísticos que nos permiten descubrir algunas regularidades. En este sentido podemos hablar de un cierto orden en el caos.

—*Si la ciencia clásica procuraba descubrir el orden de las cosas y, por otra parte, en el caos también hay orden, ¿en qué consiste la tan mentada revolución de paradigmas que reivindica el desorden por encima del orden?*

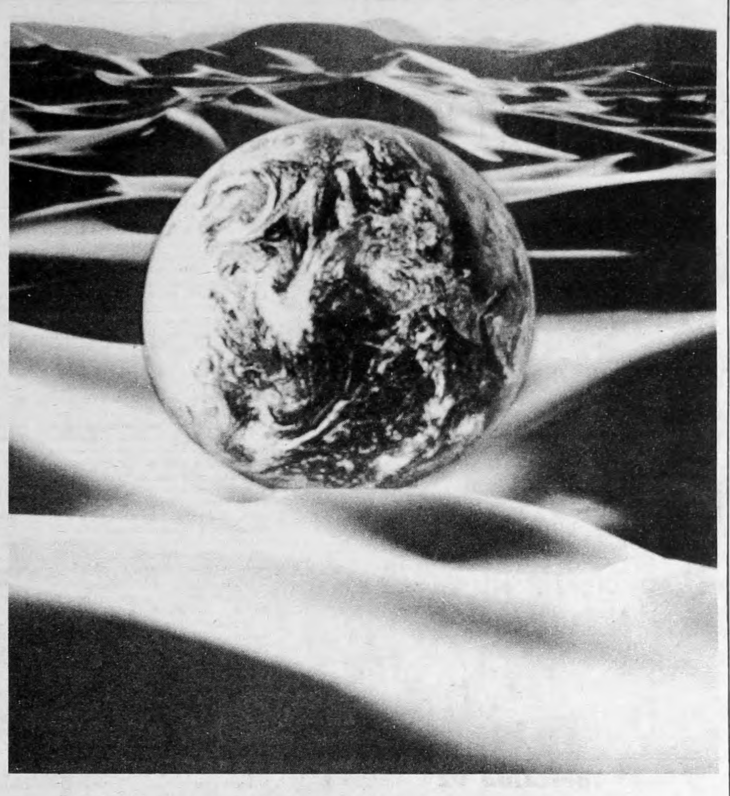
—Justamente en la demostración de que nuestra capacidad de hacer predicciones es muy limitada. La coexistencia de distintos comportamientos en los sistemas abiertos —esto es, sistemas que interactúan con el medio que los rodea— es lo que ha llevado a Ilya Prigogine, Premio Nobel de Química en 1977 y fundador del grupo de Bruselas, a hablar de un nuevo paradigma; Prigogine le devolvió al concepto "tiempo" un rol esencial que había perdido, ya que si el determinismo fuese absoluto, el futuro estaría totalmente determinado por el presente y los fenómenos no tendrían historia.

Para más datos, el equipo de Tirapegui en Santiago participó con el grupo del profesor Horacio Wio, del Centro Atómico Bariloche, en el análisis de "evoluciones temporales probabilísticas". Actualmente, colabora con el equipo de Prigogine, de Bruselas, y con el grupo del profesor Pierre Coullet, en el recientemente creado Instituto No Lineal de Niza, en Francia, "que está llamado a convertirse en uno de los grandes centros internacionales en el tema". Es decir, probablemente. O no.



El discreto encanto del desorden

EL AZAR ACORRALADO



La vida es posible sólo a causa de esa permanente e intolerable incertidumbre: no conocer lo que vendrá.
Ursula K. Le Guin

Por Laura Rozenberg

Lejos de preocuparse por un supuesto fin de la historia, la ciencia sacude de tanto en tanto el tablero. Ahora les toca el turno a los fenómenos erráticos: un desván olvidado, el caos, fascina a sus descubridores.

Es el desván de los fenómenos imprevisibles: el clima, la llegada del cólera, el resultado de las elecciones, el alza en la Bolsa, el día del infarto y decenas de casos por el estilo. Tienen un denominador común: sería imposible pronosticarlos *con exactitud*, con toda la anticipación que uno quisiera. Es más fácil calcular el momento exacto de un eclipse de sol dentro de mil años que saber con absoluta certeza si el primero de enero próximo amanecerá nublado.

Durante siglos la ciencia clásica sentó jurisprudencia en leyes naturales y evitó entramparse en asuntos turbios. Los cursos erráticos eran predecibles *sólo* hasta cierto punto. Los fenómenos irregulares, variables o discontinuos, resultaban un rompecabezas a los ojos de la ciencia. O, peor aún, una monstruosidad.

En la década del 70, sin embargo, un puñado de científicos norteamericanos y europeos empezaron a fraguarse camino en el desorden. Eran matemáticos, físicos y biólogos en busca de claves comunes para entender las distintas irregularidades. Los fisiólogos hallaron un pasmoso *orden* oculto en las arritmias cardíacas. Los ecólogos exploraron el misterioso crecimiento y decrecimiento de ciertas poblaciones animales y encontraron, si no ritmos, algunas "tendencias" bien escondidas. Los economistas exhumaron datos pretéritos de las cotizaciones de la Bolsa y emprendieron un género nuevo de análisis.

Las nuevas teorías inducen a pensar que la naturaleza, en su tendencia al caos, realmente favorece determinadas configuraciones. La trayectoria de una liebre es caótica, pero se mantiene dentro de ciertas pautas, que pueden describirse en términos matemáticos.

En poco tiempo, el caos se convirtió en el nombre de un movimiento que promete ser mucho más que una moda fugaz: la ciencia misma se está remodelando a partir de allí.

"La teoría del caos engendra un nuevo paradigma, al demostrar que nuestra capacidad de hacer predicciones es muy limitada", señaló a **Futuro** Enrique Tirapegui, matemático especializado en caos y sistemas no lineales de la Universidad de Chile.

COMO FINANCIAR EL CAOS

El caos es una suerte de bruma que oculta figuras armónicas, generadoras de azar. "Todos esos fenómenos que se habían acumulado en el desván durante siglos ahora se pueden explicar en términos de leyes simples", asegura James Crutchfield, uno de los gurúes del caos. Hace tan sólo una década Crutchfield ni siquiera contaba con un director de apoyo. Se metió en el tema casi por casualidad y formó un equipo pionero con compañeros recién graduados. Hoy, en Estados Unidos, los directores de programas gubernamentales encargados de administrar los fondos de investigación para los militares, la CIA y el Ministerio de Energía invierten sumas cada vez mayores en el estudio del caos. "Hasta se han organizado burocracias especiales para pilotear su financiamiento. Y en todas las universidades importantes, los teóricos se sienten más atraídos por el caos que por las especialidades que motivaron su contrato", subraya James Gleick, autor de *Caos*, un libro que si bien popularizó esta ciencia, no ahonda en su discusión epistemológica (ver recuadro).

Desde que el tema se empezó a ventilar, no hay resquicio donde no aparezca el caos. Una columna de humo se deshace en insospechadas volutas. Una bandera flamea al viento. Una canilla averiada chorrea sin ton ni son. El caos asoma en el comportamiento del tiempo atmosférico, en los aviones durante el vuelo y en el tránsito en las horas pico. Sea cual fuere el medio, el comportamiento obedece a las mismas pautas, recién descubiertas. El hecho de haberse dado cuenta de esto comienza a modificar el modo en que los ejecutivos toman decisiones sobre lo seguro, la forma en que los astrónomos consideran el universo y la manera en que los cientistas políticos hablan de las tensiones que se derivan en enfrentamientos armados.

Si, como se suele decir, la sociedad construye el conocimiento que la refleja, no parece casual que en esta época haya surgido el estudio del caos.

No debe extrañar entonces tanto entusiasmo. El caos es algo más que una moda, y muchos opinan que será recordado, junto con la relatividad y la mecánica cuántica, como una de las grandes contribuciones del saber de este siglo.

CLIMA: LA CULPA DE LA MARIPOSA

El pronóstico del tiempo implica comprender la atmósfera terrestre, un sistema increíblemente complicado de gases y humedad. La tarea consiste básicamente en resolver problemas de dinámica de fluidos con docenas o cientos de ecuaciones. Para peor, la teoría del caos indica que no importa cuán bien uno resuelva estos quebraderos de cabeza. El tiempo tiene un defecto "congénito": hay *algo* inherente a él que hace imposible pronosticarlo a largo plazo.

Como contrapartida, la teoría del caos —el estudio de comportamientos complicados y aparentemente azarosos que aparecen en ciertos sistemas físicos, incluyendo el tiempo— ofrece un premio consuelo. El caos brinda nuevas perspectivas para analizar el tiempo, algunas de las cuales podrán servir para mejorar los pronósticos.

A primera vista, parece razonable que se pueda predecir el tiempo. Sólo hay que identificar las variables importantes —temperatura, humedad, presión, velocidad del viento, entre otras— y establecer la relación entre ellas. Los pronósticos se obtienen por computadora, en base a ecuaciones y datos de campo. Parecería que el mecanismo es similar al empleado para mandar un cohete a la Luna. Si se cuenta con suficientes datos, ecuaciones y computadoras eficientes, se podrían esperar pronósticos con toda la anticipación que uno quisiera.

En 1963, Edward Lorenz dio por tierra con esta esperanza. Lorenz, un meteorólogo del Massachusetts Institute of Technology (MIT), descubrió que incluso los sistemas más simples engendran comportamientos caóticos e impredecibles. En otras palabras, bastaba olvidarse de un dato para que el pronóstico se fuera al demonio. Lorenz dio una explicación sencilla y poética: es suficiente que una mariposa bata sus alas en Pekín para provocar un tornado en Nueva York.

La perturbación de la mariposa se amplificaba con la distancia y ésta es la causa principal por la que no se pueden hacer pronósticos absolutamente exactos. Aun con supercomputadoras, es imposible tener en cuenta la infinita variedad de detalles insignificantes, predecir su evolución y cómo se combinarán en el futuro, en un sitio determinado.

Fuera de la comunidad meteorológica, el hallazgo de Lorenz se conoció recién a comienzos de los años '70. Desde entonces, el "efecto mariposa" se ha detectado en muchas otras áreas, desde la biología y la química hasta la astronomía, la medicina y la economía. Los resultados llevaban siempre a un mismo tipo de comportamiento, impredecible y aparentemente azaroso. Este comportamiento ahora se llama caos, un término acuñado por el matemático Jim Yorke, de la Universidad de Maryland.

El mensaje del caos es que muchas cosas de la naturaleza, incluido el tiempo, no se comportan como un cohete a la Luna. El hecho de que se quemen unos gramos más o menos de combustible no va a modificar la trayectoria del vehículo espacial, pero la diferencia de una décima de grado en la temperatura puede alterar el curso del tiempo, lo cual lo vuelve impredecible a largo plazo. De todas maneras, hay una cierta regularidad bajo ese desorden...

Los investigadores aplican la teoría del caos para estudiar dicho orden. Algunos apuntan a descubrir "atractores extraños", una suerte de objetos matemáticos que caracterizan el comportamiento de los sistemas para tiempos largos. Por ejemplo, para el sistema de "temperatura y viento" en Buenos Aires, una temperatura de 10 grados y un viento de 8 kilómetros caerían dentro del atractor, mientras que una temperatura de 50 grados con ráfagas de 120 kilómetros por hora caerían fuera.

El trabajo de Lorenz contiene dos mensajes, uno pesimista y el otro optimista. El primero es que el "efecto mariposa" frustra la esperanza de un pronóstico seguro. La ciencia no tiene cómo superarlo. El segundo indica que, por fortuna, buena parte de los comportamientos complicados y en apariencia azarosos, son muy simples en su origen. Por lo tanto, el análisis de tal complejidad puede resultar más sencillo de lo que se pensaba, con lo cual los métodos para pronosticar el tiempo, si bien nunca serán perfectos, siempre podrán mejorarse.

Enrique Tirapegui, matemático

TODO ES POSIBLE, O NO

Por L. R.

Enrique Tirapegui es todo lo previsible que puede ser un físico que estudia el caos. En París se doctoró dos veces, en física y en matemática, pero desconfía de la gente "que tiene ideas muy claras, en especial sobre la vida". Trabaja en el departamento de física de la Universidad de Chile, le gusta sacarse los zapatos mientras dicta clases y acaba de ganar el Premio Nacional de Ciencias, en su país. Cuando le preguntan qué hace, cuenta lo previsible: "Bueeeno, mezclo cuestiones...". Pero también sabe ponerse serio, especialmente cuando la economía rige en las palabras del fax como en esta entrevista.

—Nuestro equipo de Santiago de Chile trabaja en lo que hoy se llama física no lineal o física de inestabilidades y estructuras. Tratamos de explicar las formas y los ritmos que uno observa en la naturaleza. El mundo está lleno de formas y sentidos que se repiten. Si miramos las hojas de un árbol, vemos que son distintas unas de otras, pero cualitativamente son muy similares. Tratamos de entender cómo los sistemas se autoorganizan con leyes propias. Las estructuras de la naturaleza no son gratuitas. Por algo las flores son similares entre sí y las olas siguen determinados ciclos. Hay un orden, pero nadie podría decir exactamente cómo será la flor del pimpollo, ni qué altura tendrá la próxima ola. Cualquier perturbación inicial en el sistema, por más mínima que sea, puede alterar la evolución y hacer que un pétalo sea más grande que el esperado, o que la ola tenga un copete distinto. Se puede decir que la teoría del caos engendra un nuevo paradigma, al demostrar que nuestra capacidad de hacer predicciones es muy limitada. Fíjese que esto ocurre aun en sistemas muy simples, con leyes de evolución conocidas y completamente deterministas. Pensemos en una hamaca. Se lo pueden aplicar las leyes del péndulo, se pueden hacer modelos matemáticos, pero ninguno dirá qué tan rápido se desplazará en promedio, ni cuántas veces por hora se elevará por lo menos un metro del suelo. Una computadora puede hacerse cargo del problema simulándolo, calculando rápidamente cada ciclo. No obstante, la diminuta imprecisión inherente a cada cálculo aumenta, porque éste es un sistema "con dependencia sensitiva a las condiciones iniciales". Esto quiere decir que cualquier mínima perturbación —la fricción, la fuerza que hace el niño con los pies a cada instante— puede modificar el curso del sistema.

—¿Hay orden en el caos?

—La previsión del comportamiento resulta imposible a pesar de que el modelo matemático es completamente determinista. Sin embargo, podemos utilizar métodos estadísticos que nos permiten descubrir algunas regularidades. En este sentido podemos hablar de un cierto orden en el caos.

—Si la ciencia clásica procuraba descubrir el orden de las cosas y, por otra parte, en el caos también hay orden, ¿en qué consiste la tan mentada revolución de paradigmas que reivindica el desorden por encima del orden?

—Justamente en la demostración de que nuestra capacidad de hacer predicciones es muy limitada. La coexistencia de distintos comportamientos en los sistemas abiertos —esto es, sistemas que interactúan con el medio que los rodea— es lo que ha llevado a Ilya Prigogine, Premio Nobel de Química en 1977 y fundador del grupo de Bruselas, a hablar de un nuevo paradigma; Prigogine le devolvió al concepto "tiempo" un rol esencial que había perdido, ya que si el determinismo fuese absoluto, el futuro estaría totalmente determinado por el presente y los fenómenos no tendrían historia.

Para más datos, el equipo de Tirapegui en Santiago participó con el grupo del profesor Horacio Wio, del Centro Atómico Bariloche, en el análisis de "evoluciones temporales probabilísticas". Actualmente, colabora con el equipo de Prigogine, de Bruselas, y con el grupo del profesor Pierre Coullet, en el recientemente creado Instituto No Lineal de Niza, en Francia, "que está llamado a convertirse en uno de los grandes centros internacionales en el tema". Es decir, probablemente. O no.



El divino cosmos amenazado

LA REVANCHA DEL DIOS CAOS

Por Pierre Thuiller*

Percibimos la ciencia como una actividad que tiende a descubrir el orden de la naturaleza, una tarea harto difícil, ya que el orden a menudo está disimulado. Más aún: el modelo ideal pretende que todo lo que es opaco debe volverse transparente; todo lo confuso debe ordenarse. Por esta razón el pintor George Braque adelantó la fórmula: *"El arte está hecho para complicar. La ciencia tranquiliza"*. Sin embargo, hoy en día los científicos se interesan por el desorden en todas sus formas, al punto que han elaborado una ciencia específica del caos. ¿Hemos de admitir que la situación cambió? De inmediato, surge un interrogante paradójico: ¿si el desorden es objeto de una ciencia, sigue siendo *verdaderamente* desorden?

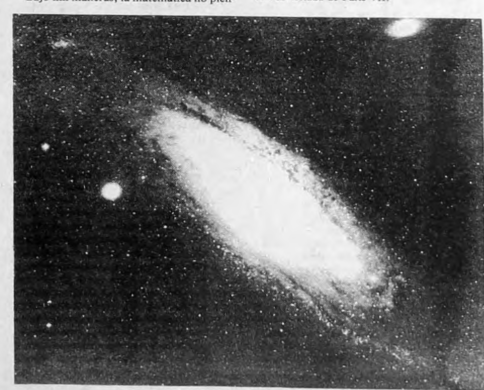
La ciencia del desorden es la consecuencia de una larga tradición, pero a la vez comporta originalidad. Después de mucho tiempo los matemáticos y los físicos han tomado el hábito de buscar el orden por todas partes. Guiados por el modelo majestuoso de la astronomía, adoptaron más o menos concientemente los postulados metafísicos de Platón: "la verdadera realidad" está constituida por las formas ordenadas concebidas por Dios. Bien sabían que tanto alrededor como en el interior mismo del orden establecido por la ciencia, existían montones de desórdenes. Pero éstos, justamente, eran considerados indignos de ser objeto de una verdadera ciencia. Indicaban los límites del conocimiento: se imponían como una suerte de fondo oscuro que la física "noble" era incapaz de esclarecer.

Ahora la situación es otra. Aquello que se ocupa de la materia desordenada y los procesos turbulentos, el *caos*, está plenamente reconocido. Los investigadores incorporan modelos raros, extravagantes. Para volver a la paradoja inicial, sería inadecuado decir que esta ciencia hace desaparecer los desórdenes que estudia. Es ésta una diferencia sustancial con respecto al modelo de ciencia platónico, que procuraba desentrañar las "leyes" de los fenómenos bajo la tesis de que los desórdenes observados eran sólo "aparentes". La actitud actual es otra. Aun cuando logra hallar un modelo matemático satisfactorio, no opina que el caos ha sido sólo aparente. Su criterio es más simple: constata que ha logrado forjarse una imagen válida, o casi válida, de dicho caos.

Algo importante desde el punto de vista filosófico: el orden ya no es considerado como una realidad de hecho, cuyo descubrimiento queda en manos del científico. La idea que sigue no es del todo nueva, pero ha adquirido un vigor particular: *el orden perfecto no existe*. No sólo no existe en el mundo material (Platón ya lo sabía); tampoco existe en ninguna parte como realidad primaria (más o menos divina) en la cual el físico podría postular la existencia. Todos los fenómenos, llegados a una cierta escala, son desordenados, irregulares e irreductibles a formas puras. Las leyes no poseen ese status glorioso que la física clásica les había otorgado. El desorden es no sólo primario, sino además omnipresente. La mejor de las leyes no es más que una aproximación, una estructura mucho más frágil de lo que creyeron los sucesores de Platón. Su objetivo, pensaban, era encontrar el orden real detrás del desorden aparente. Ahora, uno está tentado de dar vuelta la proposición.

Bajo mil maneras, la matemática no piensa más que en imitar al dios Caos. Claro que muchos sectores de la ciencia conservan la visión clásica. Sin embargo, el "cosmos divino" está gravemente amenazado.

** Editor de la revista francesa* La Recherche *y profesor de epistemología e historia de la ciencia en la Universidad de París VII.*



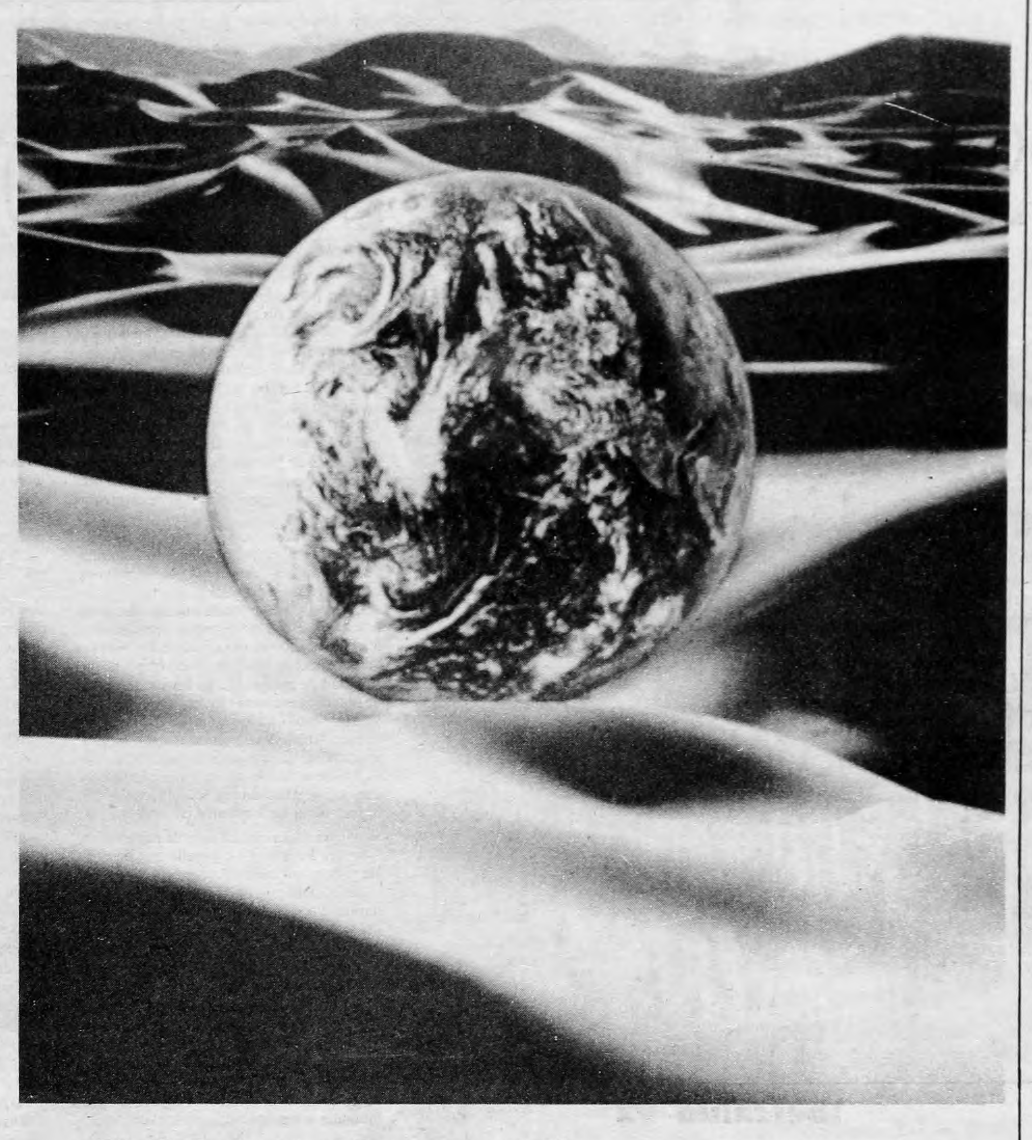
ADO

portamiento ahora se llama caos, un término acuñado por el matemático Jim Yorke, de la Universidad de Maryland.

El mensaje del caos es que muchas cosas de la naturaleza, incluido el tiempo, no se comportan como un cohete a la Luna. El hecho de que se quemen unos gramos más o menos de combustible no va a modificar la trayectoria del vehículo espacial, pero la diferencia de una décima de grado en la temperatura puede alterar el curso del tiempo, lo cual lo vuelve impredecible a largo plazo. De todas maneras, hay una cierta regularidad bajo ese desorden...

Los investigadores aplican la teoría del caos para estudiar dicho orden. Algunos apuntan a descubrir "atractores extraños", una suerte de objetos matemáticos que caracterizan el comportamiento de los sistemas para tiempos largos. Por ejemplo, para el sistema de "temperatura y viento" en Buenos Aires, una temperatura de 10 grados y un viento de 8 kilómetros caerían dentro del atractor, mientras que una temperatura de 50 grados con ráfagas de 120 kilómetros por hora caerían fuera.

El trabajo de Lorenz contiene dos mensajes, uno pesimista y el otro optimista. El primero es que el "efecto mariposa" frustra la esperanza de un pronóstico seguro. La ciencia no tiene cómo superarlo. El segundo indica que, por fortuna, buena parte de los comportamientos complicados y en apariencia azarosos, son muy simples en su origen. Por lo tanto, el análisis de tal complejidad puede resultar más sencillo de lo que se pensaba, con lo cual los métodos para pronosticar el tiempo, si bien nunca serán perfectos, siempre podrán mejorarse.



El divino cosmos amenazado

LA REVANCHA DEL DIOS CAOS

Por Pierre Thuiller*

Percibimos la ciencia como una actividad que tiende a descubrir el orden de la naturaleza, una tarea harto difícil, ya que el orden a menudo está disimulado. Más aún: el modelo ideal pretende que todo lo que es opaco debe volverse transparente; todo lo confuso debe ordenarse. Por esta razón el pintor George Braque adelantó la fórmula: *"El arte está hecho para complicar. La ciencia tranquiliza"*. Sin embargo, hoy en día los científicos se interesan por el desorden en todas sus formas, al punto que han elaborado una ciencia específica del caos. ¿Hemos de admitir que la situación cambió? De inmediato, surge un interrogante paradójico: ¿si el desorden es objeto de una ciencia, sigue siendo *verdaderamente* desorden?

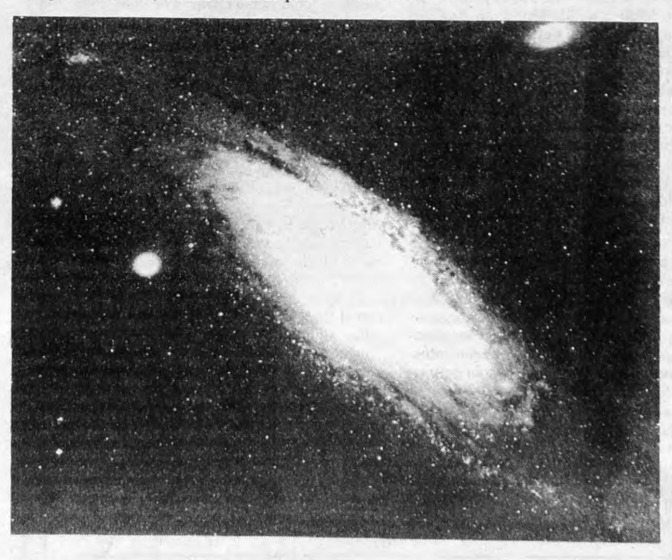
La ciencia del desorden es la consecuencia de una larga tradición, pero a la vez comporta originalidad. Después de mucho tiempo los matemáticos y los físicos han tomado el hábito de buscar el orden por todas partes. Guiados por el modelo majestuoso de la astronomía, adoptaron más o menos concientemente los postulados metafísicos de Platón: "la verdadera realidad" está constituida por las formas ordenadas concebidas por Dios. Bien sabían que tanto alrededor como en el interior mismo del orden establecido por la ciencia, existían montones de desórdenes. Pero éstos, justamente, eran considerados indignos de ser objeto de una verdadera ciencia. Indicaban los límites del conocimiento: se imponían como una suerte de fondo oscuro que la física "noble" era incapaz de esclarecer.

Ahora la situación es otra. Aquello que se ocupa de la materia desordenada y los procesos turbulentos, el *caos*, está plenamente reconocido. Los investigadores incorporan modelos raros, extravagantes. Para volver a la paradoja inicial, sería inadecuado decir que esta ciencia hace desaparecer los desórdenes que estudia. Es ésta una diferencia sustancial con respecto al modelo de ciencia platónico, que procuraba desentrañar las "leyes" de los fenómenos bajo la tesis de que los desórdenes observados eran sólo "aparentes". La actitud actual es otra. Aun cuando logra hallar un modelo matemático satisfactorio, no opina que el caos ha sido sólo aparente. Su criterio es más simple: constata que ha logrado forjarse una imagen válida, o casi válida, de dicho caos.

Algo importante desde el punto de vista filosófico: el orden ya no es considerado como una realidad de hecho, cuyo descubrimiento queda en manos del científico. La idea que sigue no es del todo nueva, pero ha adquirido un vigor particular: *el orden perfecto no existe*. No sólo no existe en el mundo material (Platón ya lo sabía); tampoco existe en ninguna parte como realidad primaria (más o menos divina) en la cual el físico podría postular la existencia. Todos los fenómenos, llegados a una cierta escala, son desordenados, irregulares e irreductibles a formas puras. Las leyes no poseen ese status glorioso que la física clásica les había otorgado. El desorden es no sólo primario, sino además omnipresente. La mejor de las leyes no es más que una aproximación, una estructura mucho más frágil de lo que creyeron los sucesores de Platón. Su objetivo, pensaban, era encontrar el orden real detrás del desorden aparente. Ahora, uno está tentado de dar vuelta la proposición.

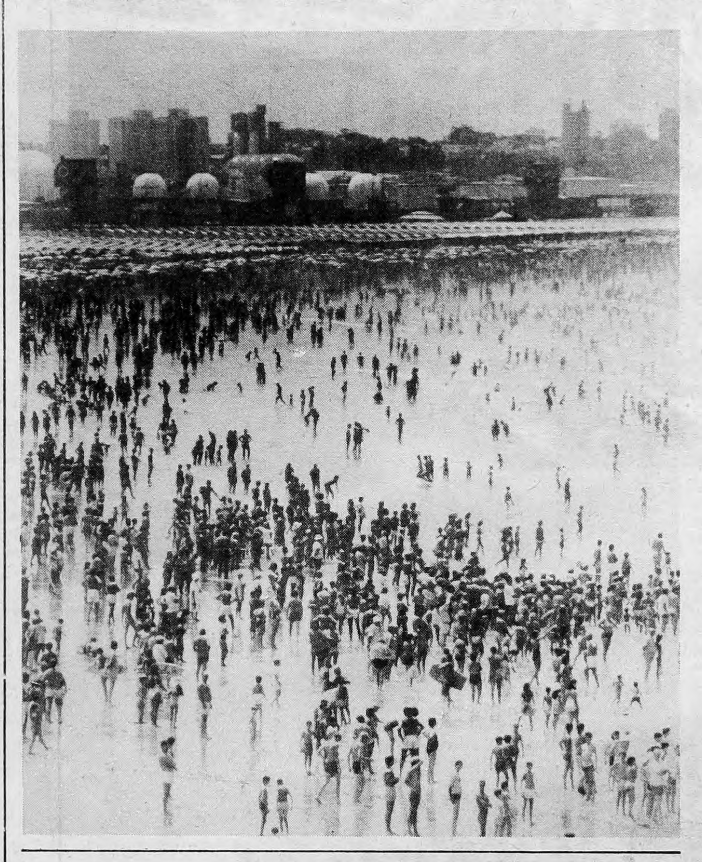
Bajo mil maneras, la matemática no piensa más que en imitar al dios Caos. Claro que muchos sectores de la ciencia conservan la visión clásica. Sin embargo, el "cosmos divino" está gravemente amenazado.

* *Editor de la revista francesa* La Recherche *y profesor de epistemología e historia de la ciencia en la Universidad de París VII.*



El caso Mar del Plata

PSICOPATOLOGIA DE LA VIDA COTIDIANA



Por Susana Mammini

"Se podría postular que no existe una ciudad sin mitos, y Mar del Plata los tiene", dijo el psicoanalista Marcos Podruzny en el VII Congreso Argentino de Psiquiatría celebrado en esa ciudad. El tiempo los ha ido construyendo e inventando. Unida a Buenos Aires por un camino llamado, en otro tiempo, "la ruta de la muerte", esta ciudad despertaba expectativas de felicidad y tragedia. Su doble condición, estacionalidad, genera diferentes fantasías y hace posible hablar de diferentes ciudades.

En su exposición ante miles de colegas, Podruzny describió a las diferentes "mardelplatas" como la "del verano de vida despreocupada y divertida", la ilusión de enriquecerse en el Casino y todo aquello que posibilita el ocio de grandes masas, precisamente, todo lo que le otorgó mote de "ciudad feliz". Muchos veían en este vértigo la posibilidad de desarrollar su forma de vida o de obtener ganancias rápidas. Todo es comprable, vendible, alquilable, hasta la casa familiar. Todos desean participar de la opulencia. Entonces, alguien la bautizó "la ciudad fenicia" en la que no queda resquicio que no esté ocupado por los veraneantes que arrinconan a los lugareños en sus casas.

"Una tercera ciudad sería 'la paradisíaca' —señala Podruzny—, aquella que permitiría vivir en un medio de menores exigencias y que posibilitaría un mayor contacto con la naturaleza, con la familia y la disposición del tiempo libre. Habría también otra ciudad: aquella a la que van a pasar su vejez los jubilados que pudieron adquirir una vivienda turística en los años productivos y resolver así conflictos familiares, la expectativa de asistencia médica. Casi una ciudad 'cementerio de elefantes'."

A las ciudades descriptas, se agrega la "ciudad expulsora", aquella que escupe jóvenes que buscan desarrollar su talento y habilidades y muchas veces no encuentran lugar.

"Estas características —dice el psicoanalista— hacen que, demográficamente, Mar del Plata se encuentre estancada desde hace años y que se haya invertido la relación jóvenes-viejos. Hay, por último, otra ciudad: 'La melancólica', donde los inmensos grises y neblinosos espacios marinos invernales, deshabitados, atraen a muchos a meditar y evaluar la propia vida y decidir si vale la pena seguirla o no."

Para el presidente de la Asociación de Psiquiatría y Psicología Médica de Mar del Plata, Carlos Vispo, "las peculiares características estacionales de esta ciudad (triplicación de habitantes durante el verano, decenas de edificios vacíos durante el invierno, inestabilidad y cambios de ocupación, migración de jóvenes y un gran porcentaje de habitantes permanentes de edad avanzada, entre muchos otros fenómenos distintivos) generan problemas de identidad, episodios de depresión y euforia cíclicos, sentimientos de resentimiento y envidia hacia los visitantes y actitudes superficiales y facilistas".

Basta recorrer Mar del Plata en una y otra estación del año para comprobar las alteraciones que produce en toda su vida la llegada de los turistas. "Se desorganizan no sólo las estructuras familiares, sino también las instituciones culturales y científicas, los lugares de trabajo y hasta los grupos de amigos. Al final del verano todo debe ser reconstruido y vuelto a fundar con las consecuencias psicosociales imaginables", agrega Podruzny.

"Lo paradójico aquí —subraya Vispo— es que los 'residentes nativos', como gustan llamarse los habitantes permanentes en un intento por conservar su identidad, suelen ocultar todo lo que sea penoso en sus vidas, acentuando sus tendencias maniacas."

"El crecimiento acelerado de la ciudad, un fenómeno urbano concentrado; las características del poblamiento, nutrido por corrientes migratorias externas e internas; el escasísimo porcentaje de elemento nativo en los valores demográficos y el carácter estacional configuraron un tipo de trama social en que la problemática de la identidad adquirió notas singulares y distintivas de otras ciudades del país", dicen ambos especialistas.

En busca de mejor destino han llegado a Mar del Plata muchos jóvenes del interior del país. Algunos apurados por al situación económica, otros por la proximidad con la universidad, la mayor parte de ellos pensando que el mar borra toda huella de fracaso y el viento marino traerá nuevos y buenos aires a sus vidas.

"¿Qué lleva a emigrar?", se pregunta Podruzny, y responde: "La atracción de otro ámbito en el que se sabe o supone que se puede conseguir cumplir los deseos o donde se espera conseguir aquello que se necesita. También cuando se percibe que donde se está hay peligros o situaciones indeseadas. O porque no se puede optar y se debe hacerlo con el grupo familiar del que se forma parte. Para hacerlo hay que discriminar entre lo que se necesita y lo que se rechaza, y tolerar pasar el duelo que implica una pérdida múltiple por la movilidad horizontal y vertical. Migrar sin estar en condiciones para ello puede ser la causa de episodios de extrañamiento con ansiedad catastrófica, descompensaciones psicóticas, episodios melancólicos u otros, como las nostalgias o desadaptaciones crónicas".

Ibersalud '92

PAELLA DE MEDICOS

Por S.M.

La mirada del mundo estará, durante 1992, en España. A los Juegos Olímpicos en Barcelona, la Exposición Universal en Sevilla y la Capital Europea de la Cultura en Madrid se sumará Ibersalud '92 en el marco conmemorativo del V Centenario del Descubrimiento de América.

Ibersalud '92 —considerado el mayor foro médico de todos los tiempos— fue presentado en la Argentina por el gerente del Colegio Médico de Madrid, Juan Antonio Aranda, quien dijo a **Futuro** que "se están organizando 63 congresos que se desarrollarán entre los meses de abril a octubre de 1992 y que abarcarán la totalidad de las especialidades médicas, cada uno de ellos presidido por los 'número uno' mundiales en la materia. Hemos invitado cerca de dos mil prestigiosos especialistas europeos y americanos de las ciencias médicas y esperamos una participación de sesenta mil médicos de todas las latitudes".

El Premio Nobel de Medicina Severo Ochoa estará acompañado durante Ibersalud por otros tres colegas que recibieron el máximo galardón otorgado por la Academia de Artes y Ciencias de Suecia. Los organizadores perfilan este macrocongreso como una importante cuna de las conocimientos de la nueva medicina, la que gustan definir como "medicina del bienestar".

"Este es uno de los proyectos más ambiciosos jamás llevado a cabo —señaló Aranda— ya que cada congreso contará con no menos de 30 conferencistas. De ellos, un 30 por ciento pertenecerá a Europa; el 20 por ciento al cono sur; una cifra similar a España y el 30 por ciento restante a Estados Unidos de Norteamérica."

A un promedio de tres congresos semanales, la campana de largada será el 20 de abril de 1992 con la presencia de los reyes de España, los ministros de Sanidad, Cultura, Educación, Exteriores y Servicios Sociales y otras personalidades de España y del resto del mundo. La sede será el Colegio Oficial de Médicos de Madrid, un edificio construido por Carlos III que albergó, en sus inicios, la Facultad de Medicina de Madrid y que fue restaurado para la ocasión.

"Vamos a proponer una medicina del bienestar —señaló Juan Carlos Aranda—, en la que la prevención y la información juegan los roles más importantes. Por ello, estas reuniones tendrán un carácter de debate, de intercambio de opiniones entre las múltiples especialidades participantes."

"Una encuesta realizada recientemente en los países de la Comunidad Económica Europea reveló que la salud (cosmética, belleza, psicología, antiestrés, etcétera) es el rubro de mayor consumo en Europa después del deporte. Y nosotros entendemos que la información es la base de desarrollo de una cultura, por eso en Ibersalud '92 se conocerá 'la última palabra' en las ciencias médicas", agregó Aranda.

El 20 de abril se estrenará Ibersalud '92 con el Congreso de Medicina y Cirugía Estética. Simultáneamente tendrá lugar el de Angiología y Cirugía Vascular. Después del recorrido por todas las especialidades médicas, el final llegará el 27 de octubre con una reunión dedicada a la atención al minusválido.

Finalizado el diálogo con **Futuro**, Aranda y sus acompañantes ibéricos se dirigían a una cita con autoridades de la salud en la Argentina. ¿El motivo? Que Buenos Aires sea la sede de Ibersalud '93.